

－ 大型展開アンテナ小型・部分モデル 2 (LDREX-2)の開発 －

NEC東芝スペースシステム (株)

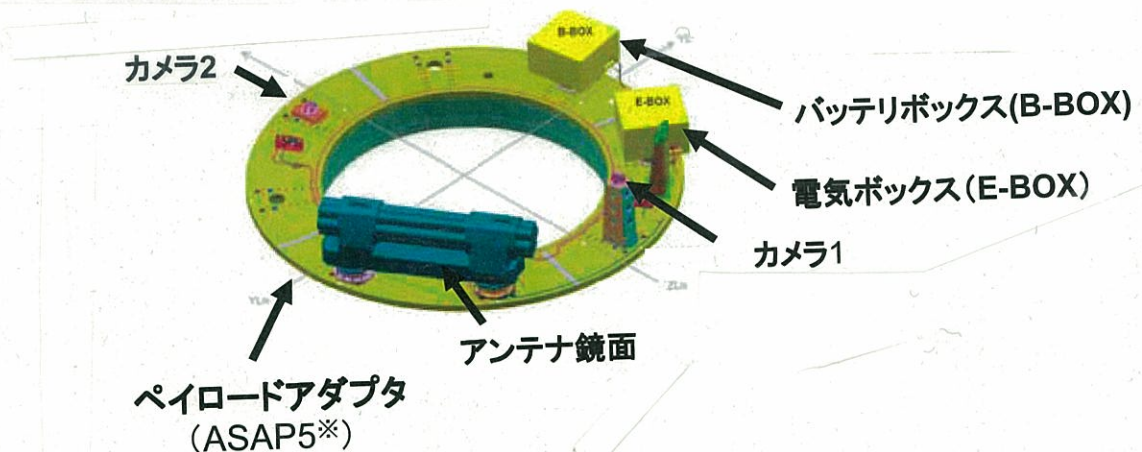
LDREX-2 プロジェクト

大型展開アンテナ小型・部分モデル 2(LDREX-2)は、2006 年 10 月 14 日朝 5 時 56 分（日本標準時）に、アリアンロケットにより打ち上げられ、軌道上でアンテナ鏡面を展開しました。展開の様子は、アリアンロケットに搭載したカメラにより確認することができ、固縛解放から完全展開までシームレスな動作をしていることが確認できました。

LDREX-2 の軌道上実験の結果については、JAXA 殿のホームページ (http://www.jaxa.jp/press/2006/10/20061025_sac_ldrex_j.html) に、LDREX-2 のアンテナ鏡面が展開している動画とともに掲載されています。それと一部重複するところもありますが、ここでは、LDREX-2 の概要と開発の経緯について紹介します。

ETS-VII搭載の大型展開アンテナ (LDR) は、これまでに米国の商用衛星に搭載された展開アンテナより大きい反射鏡面を有しており、慎重に開発が進められました。このアンテナの開発については、Space Japan Review, No.47, June/July 2006 にて紹介されています。開発の一環として、LDREX(初号機)以降の設計改良点の評価等をおこない、LDR のリスクを低減するために、アリアンロケットで打ち上げて軌道上実験をおこなうという LDREX-2 が計画されました。LDREX (初号機) 実験以降に設計変更された「固縛解放時のアンテナ鏡面のゆれ抑制」「鏡面の引っかかり防止」「アシストバネ追加」という LDR の設計が LDREX-2 に反映されており、その有効性を宇宙空間で評価しました。

LDREX-2 は、アリアンが提供するペイロードアダプタ ASAP5 を介してアリアンロケットに取付けました。ASAP5 へは 8 個の小型衛星を取り付けることができますが、LDREX-2 ではこのうち 6 箇所の取付部を使用しました。ASAP5 に LDREX-2 を取り付けた状態を図 1 および写真 1 に示します。



※ASAP5: Ariane5 Structure for Auxiliary Payloads

図 1. LDREX-2 ASAP5 への取付状態
(提供: JAXA 殿)



写真1. LDREX-2 ASAP5 への取付作業
(提供：JAXA 殿)

LDREX-2 は、アンテナ鏡面とアンテナ鏡面の展開をコントロールするモータのドライバがはいった電気ボックス、および、実験のための電力をまかなうバッテリーを収納したバッテリーボックスから構成されています。アンテナ鏡面が2箇所、電気ボックス、バッテリーボックスが各1箇所、2台のモニタカメラ（アリアンの機器）が各1箇所の取付部を使用しています。アンテナ鏡面は、LDR の 1/2 のモジュール数である 7 モジュールで構成されており、各モジュールの大きさも 1/2 になっています。収納したときは長さ約 2m ですが、展開したときには縦横とも約 6.5m となります(図2)。電気ボックスとバッテリーボックスは、縦横が約 0.6m、高さ 0.4m です。

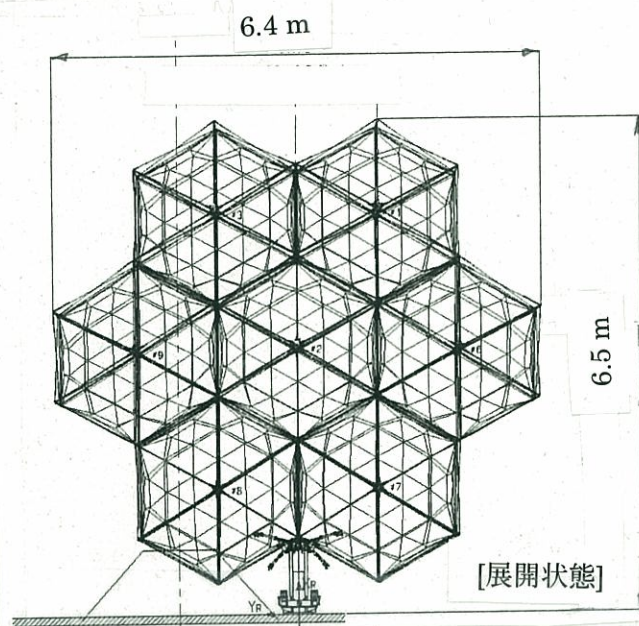
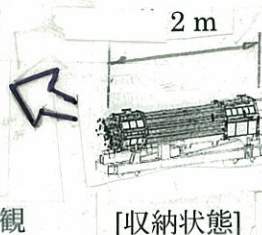


図2. LDREX-2 外観

(提供： JAXA 殿)

<主要特性>

- (1)モジュール数：7 モジュール
(LDR は 14 モジュール)
- (2)アンテナ鏡面寸法：収納時 2m×φ0.3m
展開時 6.4m×6.2m
(モジュールの大きさは、LDR の 1/2)
- (3)総質量：211kg
アンテナ構造部：149kg
- (4)軌道上での実験時間：約 45 分
鏡面展開時間：約 28 分



LDREX-2 は、2004 年 3 月から検討が始まり、翌年の 2005 年 4 月には、フランス ボルドーで NOVASPACE の航空機 A300 を使用した微小重力環境での試験（展開初期の動作確認）をおこないました。放物線飛行の期間の約 20 秒間しか連続した微小重力環境は得られないので、計 13 回の微小重力状態をつかって保持の解放や鏡面の展開を順次確認しました。この、試験機材は、飛行機の中で、人力で組み立てられるよう作業性がよく、また安全性の要

求も満足するよう工夫がなされています。

そのあと、アンテナ鏡面は、フライト用に横部材等の部品の交換、改修をおこない、フライトモデルを製作しました。また、開発の途中で、アリアンロケットとの機械的なインタフェース確認（05年10月：イギリス）およびテレメトリコマンドインタフェース確認（06年1月：フランス）をおこないました。

プロトフライト試験では、音響試験、振動試験、熱真空試験のほかに、アリアンから供給された衝撃試験装置をつかって LDREX-2 各機器の ASAP5 との結合部に衝撃を加える衝撃試験もおこないました。また、電気ボックス、バッテリーボックスの機器とつないでアンテナ鏡面を展開し、機器の適合性確認をおこないました。

プロトフライト試験を完了した後、06年8月初旬にフライトモデルを、ハンドリング機材、調整機材と一緒にアリアンの射場がある仏領ギアナへ向けて送り出しました。輸送でのリスクを減らすために、専用のパレットに載せて梱包した状態で日本から仏領ギアナまで輸送しました。

8月15日に仏領ギアナへ到着し、アリアン射場の最終組立棟（BAF）にはこびこみ、搬入後の点検、検査を実施しました。BAFは、ロケットへの人工衛星の搭載や、フェアリングの取付け等のアリアンロケットの打上げ前の最終組立をおこなうための建物です。

点検・検査の後、ASAP5へLDREX-2を取り付けました。ASAP5への取付け後、LDREX-2が展開した際にカメラの視野の端に近くなる部位の座標位置にターゲットをおいて、2台のカメラの視野の確認をおこないました。それに続いて、軌道上で保持解放をおこなう際に動作させる火工品を取り付けた後、ASAP5をアリアンロケットの上部に搭載しました。

LDREX-2はアリアンロケット上で実験をおこなうため、コマンドとテレメトリはアリアンロケットの機器を経由して授受します。このため、ロケットと結合した状態でコマンド、テレメトリの授受が正常におこなわれること、画像が正常に得られることの確認をおこない、LDREX-2とロケットとのテレメトリコマンドの適合性を確認した後、OPTUS-D1とDIRECTV-5Sという2機の静止衛星がロケットに取り付けられました。

LDREX-2が搭載されたアリアンロケットは、現地時刻10月13日午後5時56分（日本標準時：10月14日午前5時56分）に打上げられ、正常に2機の衛星を分離した後、アリアンロケットの2段部分に取り付けられた状態でLDREX-2の実験をおこないました。実験の結果は、軌道上実験のときにアリアンロケットと交信できる位置にあるアフリカのマリンジ局におくられ、そこからギアナスペースセンターに伝送されるため、LDREX-2のメンバーが結果を知ることができるのは2日後でした。

10月15日 日曜日、予定時刻にギアナスペースセンターにあるLDREX-2のオフィスで、軌道上データを待っていると、アリアンスペースの人々が、にこやかにやってきて、テレメトリ画像を手渡してくれました。そこには、予想したとおりの形に、きれいに展開した

LDREX-2 のアンテナ鏡面が映っていました (写真2)。左側の写真で六角形が7つつながったように見えるのがアンテナ鏡面で、右手前に見える黒い円錐台形状のものは、アリアンロケットのアダプタです。打上げ時には、その先端に OPTUS-D1 が取り付けられていました。右側の写真は、アンテナ鏡面を側面から写したものです。また、展開開始から終了までの動画をみて、引っかかりを示すような不連続な挙動が発生していないことを確認しました。

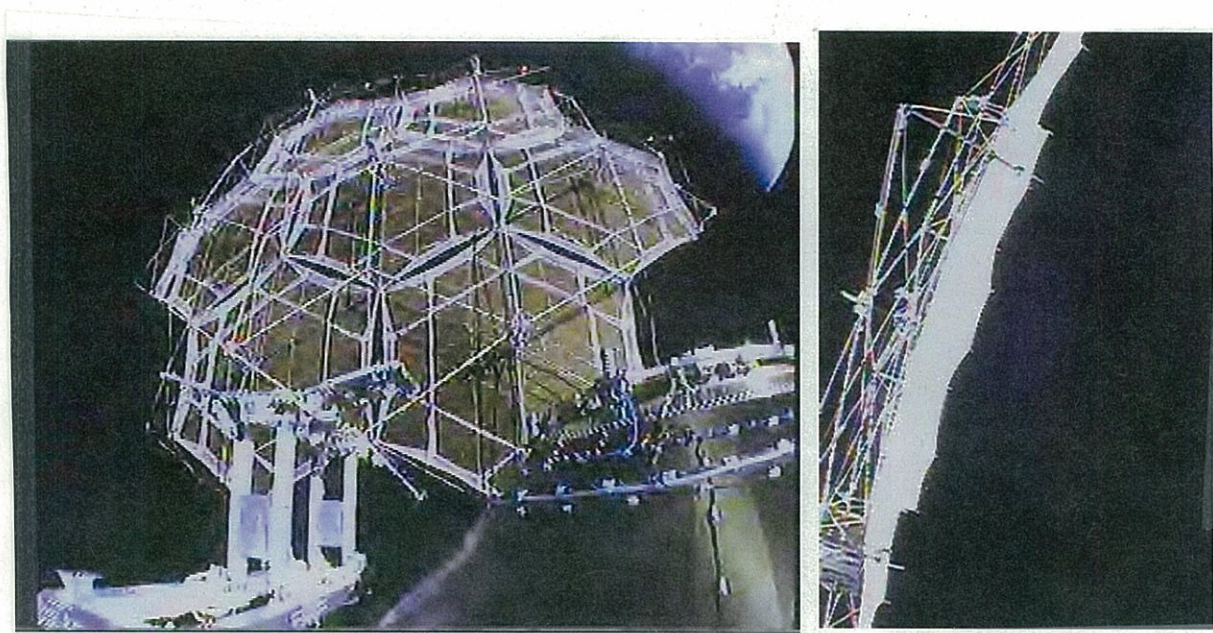


写真2. LDREX-2 軌道上展開画像
(提供: JAXA 殿)

ETS-VIII 大型展開アンテナの打上げを控え、絶対成功せねばならない状況で、強い精神力が求められる難しいプロジェクトでしたが、社会の通信インフラストラクチャー構築に重要な大型展開アンテナの開発に寄与できたことは、おおきな喜びでした。

いろいろと指導していただき、また開発の苦労をともにしてくださった JAXA 殿はじめ、LDREX-2 の開発にご尽力いただいた皆様、大変ありがとうございました。